ENVIRONMENT CANADA ENVIRONNEMENT

State of the environment fact sheet

CANADA. CONSERVATION AND PROTECTION

91-02730/

HC 120.E5 S7313
OOFF

20609408
EXC

A State of the Environment Fact Sheet

Contaminants in Canadian Seabirds

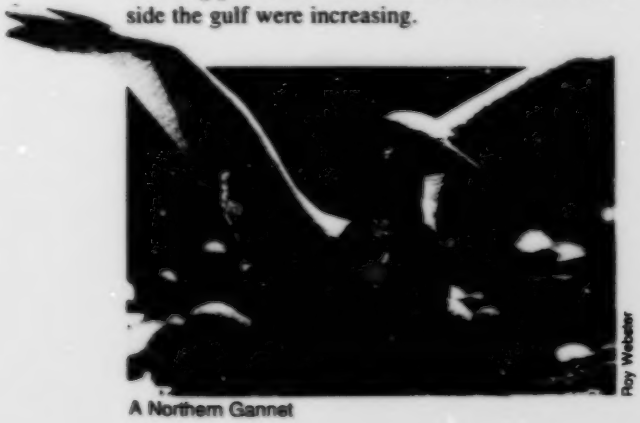
The decline of the Northern Gannet on Bonaventure Island

Bonaventure Island in the Gulf of St. Lawrence is famous for its spectacular bird life. Among the many seabirds that find refuge there is the Northern Gannet, which returns to the high sandstone cliffs of the island each March to breed and to raise its young.

About 21 000 of the 40 100 pairs that make up the North American population of Northern Gannets nest at the Bonaventure colony. There, for centuries, the sleek white birds with their startling blue eyes have laid their single egg and tended their helpless offspring. There, generations of young gannets have taken their first plunge from the nest site to the sea below, as the young birds try their wings for the first time.

The population of the Northern Gannet colony on Bonaventure Island declined nearly 25% from 21 200 breeding pairs in 1966 to 16 400 pairs in 1976

In the late 1960s, fewer and fewer young gannets were taking that first tremendous leap. The population, which had been slowly recovering from human encroachment and hunting since it came under legal protection in 1917, began inexplicably to decline. Between 1966 and 1976, the population of the Northern Gannet colony declined nearly 25% from 21 200 to 16 400 breeding pairs, at a time when other colonies outside the gulf were increasing.



Roy Webster

A Northern Gannet

Highlights

- In the 1960s, Canadian scientists observed birth defects, thin eggshells, and declining populations among birds whose diets were known to be contaminated by synthetic organochlorine pesticides.
- The Canadian government restricted major uses of these long-lasting pesticides and industrial compounds in the 1960s and 1970s.
- Since 1968, Canada has monitored levels of organochlorines in the marine environment, using seabird eggs.
- Levels of DDE have declined on all three coasts, but not significantly so in the St. Lawrence estuary. PCB levels have declined in most sampled locations, but have remained about the same in the St. Lawrence estuary and off western Vancouver Island. Dieldrin levels have declined in most locations, but other organochlorines have shown no consistent pattern.
- Recently high levels of dioxins and furans have been detected in seabirds (Pelagic and Double-crested Cormorants) from the Strait of Georgia.
- Organochlorine residues in seabirds are highest in the St. Lawrence estuary and parts of the Gulf of St. Lawrence.
- The declines in levels of residues of various restricted organochlorines show that controls on use have effectively reduced pollution in areas near sources, but they have had less impact on background levels in the ocean.

The decline of the gannet population led scientists to investigate the levels of toxic compounds in gannet eggs

Ornithologists, concerned about the decline, noticed that many birds were producing eggs with very thin shells: a few eggs were completely lacking the outside cover of the eggshell. Many eggs either broke or disappeared; others simply failed to hatch.

In its search for the reasons behind the shrinking population, the Canadian Wildlife Service collected gannet eggs from the cliffs of Bonaventure Island and analyzed their contents. The analyses revealed high levels of persistent contaminants.

The organochlorine contaminants

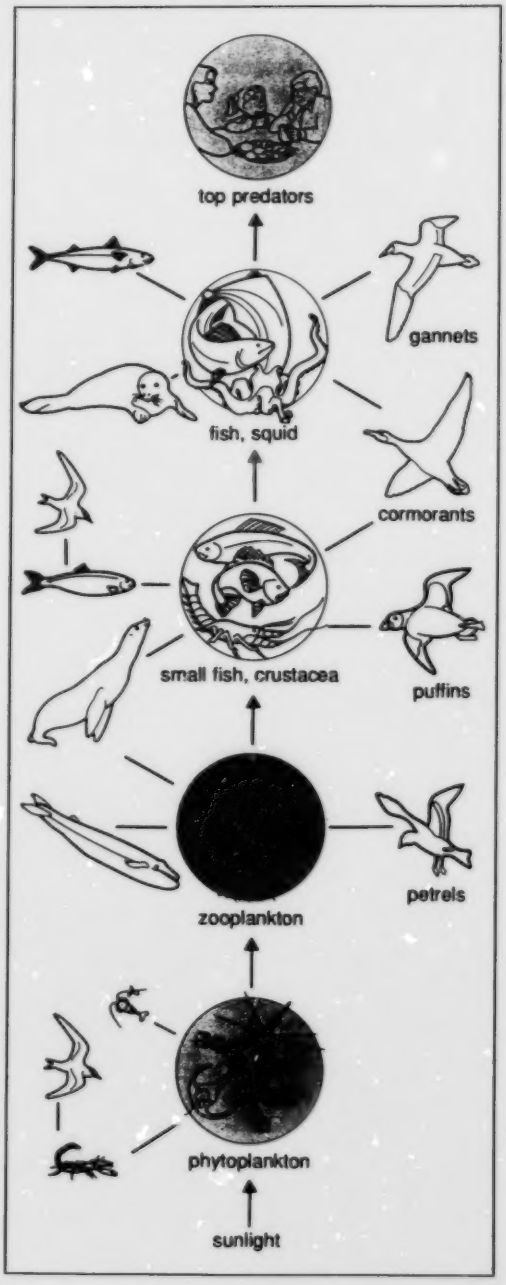
The persistent substances found in the gannets' eggs belong to a group of humanmade organic chemicals known as *chlorinated hydrocarbons* or *organochlorines*. (These terms are used interchangeably in this fact sheet.) This group includes the first generation of synthetic pesticides, the fat-soluble organochlorine pesticides, such as dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), dieldrin, chlordane, heptachlor, toxaphene, and mirex; and fat-soluble industrial compounds, such as polychlorinated biphenyls (PCBs) and chlorobenzenes. The chemical structure of these parent compounds can be altered by sunlight and by microbial and other processes in the environment to form new products, which may be more or less toxic and persistent than their parents. For example, dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE), a metabolite (breakdown product) of DDT, is much more persistent than DDT. The group also includes compounds such as the chlorinated dioxins and furans. In Canada some dioxins and furans are produced inadvertently in the chlorine bleaching process used at pulp and paper mills. Others are trace contaminants in chlorophenols, chemicals which had been used extensively as wood preservatives, particularly in British Columbia.

It is the persistence of organochlorines and the fact that they bioaccumulate that make their release into the environment so hazardous

It is the persistence of these compounds and the fact that they are capable of accumulating to dangerous levels in living things that make their release into the environment especially hazardous.

The concentration that an organochlorine will reach in an organism depends on many factors but, in general, the greater the environmental

Figure 1
A simplified marine food chain. Organisms whose food is obtained from plants by the same number of intermediate steps (or links in a food chain) belong to the same "trophic level." The diagram shows the trophic levels of four types of seabirds.



contamination and the higher the animal is on the food chain (Figure 1), the more contaminants it stores (Figure 2). Animals at the top of several food chains — this includes people as fish-eaters and meat-eaters — are likely to store the highest concentrations.

High concentrations of stored organochlorines represent a stress on individual organisms, on populations, and on ecosystems. The severity of the stress varies according to the exact organochlorine or combination of organochlorines involved and the duration of the exposure. The effect that the stress has on the organism will vary according to factors such as the individual's age and state of health. Concern about the accumulation and concentration of organochlorines in living things, including people, (bioconcentration) led to restrictions on many of these substances in many countries, including Canada (see box on p. 6). Understanding of long-term effects of current environmental levels of contaminants on people is limited.

Research into the chronic health effects of stored organochlorines has most often involved wildlife species in contaminated areas. High levels of DDE and dieldrin have been associated with eggshell thinning, reduced breeding success, and declines in numbers of seabirds in many parts of the world. In Canada, studies of fish-eating birds nesting in the Great Lakes area also showed that stored organochlorines reduced breeding success. In addition, some studies have associated high levels of PCBs in fish-eating birds with birth defects, interference with liver function, tumours, skin lesions, and reduced growth rates.

J. Foley

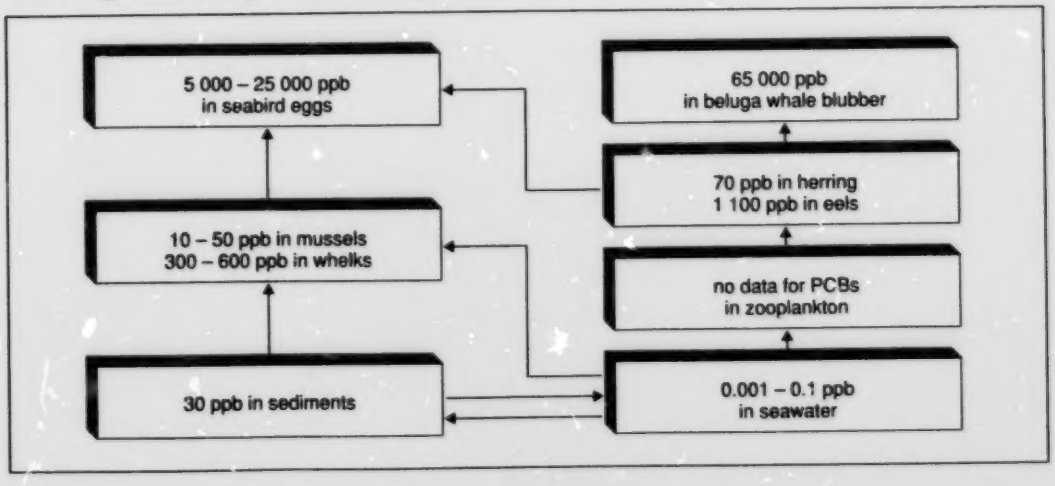
Analyzing egg contents

Studies of fish-eating birds have shown that stored organochlorines have interfered with breeding success

Organochlorines in the marine environment

Organochlorines reach the ocean by several pathways, particularly through the atmosphere (Figure 3). All persistent chlorinated hydrocarbons that are not in airtight containers eventually evaporate and prevailing winds carry some of them out over the sea, where wind, rain, or snow deposit them on the water surface. In addition,

Figure 2
In the St. Lawrence estuary, PCBs, although present only at low levels in seawater, accumulate in marine organisms to higher concentrations.


5 000 – 25 000 ppb
in seabird eggs
65 000 ppb
in beluga whale blubber
70 ppb in herring
1 100 ppb in eels
10 – 50 ppb in mussels
300 – 600 ppb in whelks
no data for PCBs
in zooplankton
30 ppb in sediments
0.001 – 0.1 ppb
in seawater

organochlorine compounds can be carried to the coast by rivers and swept offshore by ocean currents.

Organochlorines are hydrophobic, meaning that they are virtually insoluble in water. Consequently, rather than remain dissolved in water, they adsorb onto surfaces of organic particulate matter that is suspended in water or in sediments and onto surfaces of living organisms. From the surfaces, the organochlorines may move into the organism and lodge in fatty tissue in animals and plants. These chemicals are also eaten by animals in their food. Thus, in complex marine food chains, which generally have many trophic levels, organochlorines may be thought to flow from the water into each trophic level, and to flow from one level (prey) to the next (predator) in increasing quantities. Animals that filter large amounts of water to feed (e.g., oysters) or breathe (e.g., fish) have faster rates of uptake of these chemicals from water. Animals high on the food chain, such as gannets, obtain almost all their contaminant burden from their prey. Organisms that contain significant amounts of fat have a higher storage capacity.

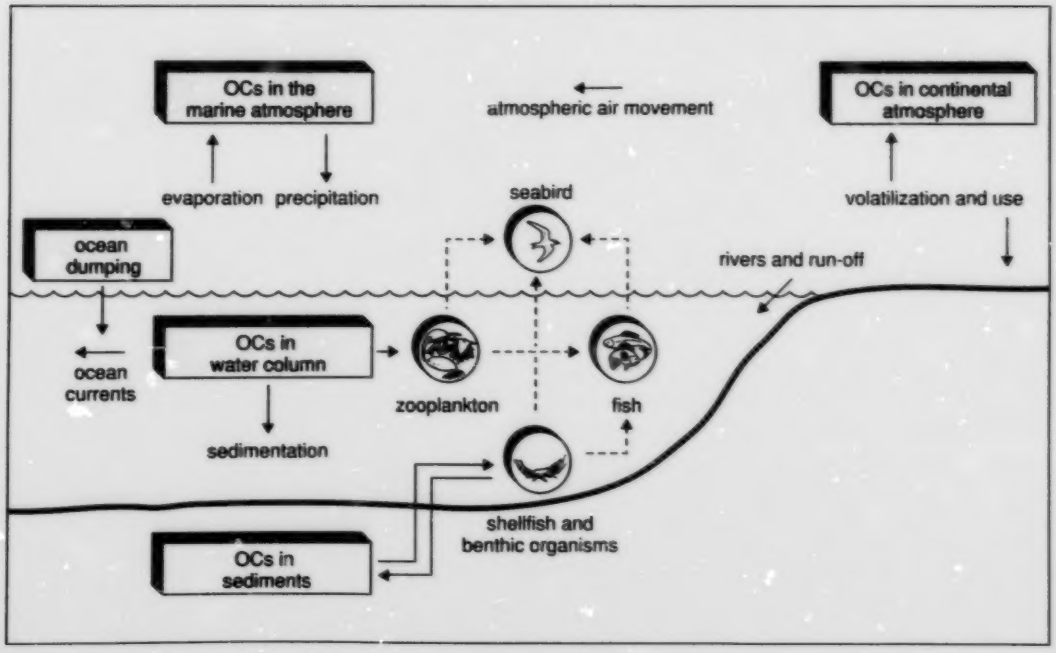
Monitoring organochlorines in the marine environment

Canadian scientists have studied the distribution of contaminants in the Canadian marine environment mainly by monitoring the levels of parent compounds and metabolites in different components of the food chain and interpreting these patterns. Monitoring the changes in the same component (e.g., a seabird egg) over time allows them to judge whether environmental levels of a contaminant are rising or declining.

Colonial seabirds are good monitors because they feed relatively high on the food chain and can be conveniently sampled at their breeding sites. Because they are long-lived animals, there is a greater probability that they will show subtle chronic effects of toxic substances. Also, levels of pollutants among individuals in a seabird colony seem to vary less than in fish and mammals.

Because female seabirds eliminate pollutants through their eggs, the eggs provide an easily collected sample for monitoring purposes.

Figure 3
Movement of organochlorines (OCs) into and within the marine ecosystem



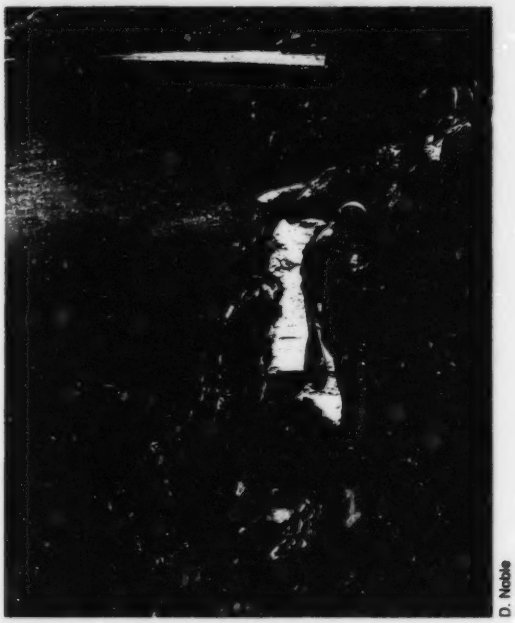
If fresh eggs are taken early in the breeding season many birds will lay replacement eggs. This minimizes the effects of the research on populations. Alternatively, researchers may collect and analyze unhatched eggs at the end of the season. (However, this may result in a biased sample if eggs have failed to hatch because of the pollutants that they contain.)

Surveys of seabirds, 1968–89

Seabird surveys initiated in the 1960s have measured levels of environmental pollutants in seabirds on the Atlantic, Pacific, and Arctic coasts of Canada (Map 1). A formal monitoring program, which involves the collection of eggs at fixed sites and time intervals, has operated on the Atlantic coast since 1968, and a sister program began in 1985 on the Pacific coast, where transport of researchers to the seabird colonies was more difficult to arrange.

The chemists who analyze the contaminants in the eggs have been looking for organochlorines and mercury, a naturally occurring heavy metal that becomes toxic at higher than normal concentrations.

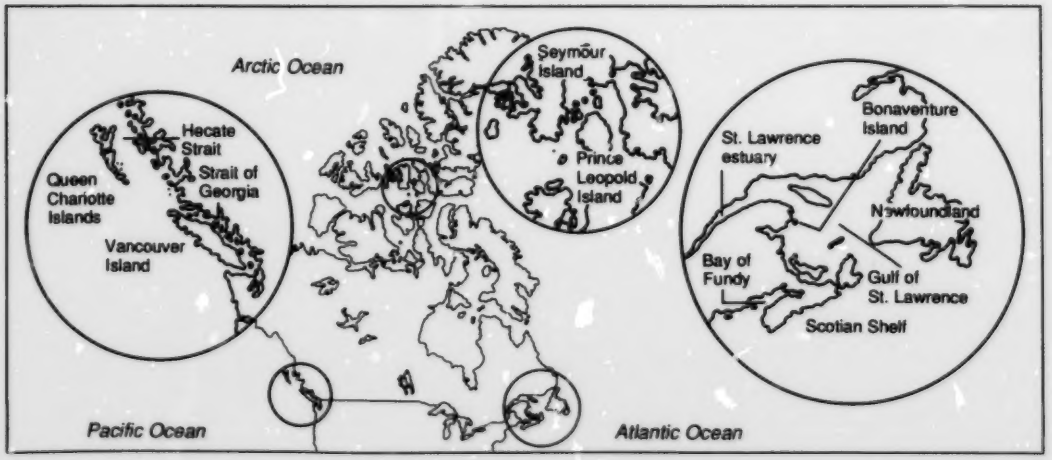
For most organochlorines and mercury, concentrations dangerous to the birds are very small, usually less than 100 parts per million (ppm). In the case of the most toxic dioxin, 2,3,7,8 tetrachlorodibenzo-p-dioxin (2378-TCDD), levels less than 1 part per billion (ppb) — which can be thought of as less than one grain of sand in an Olympic-size swimming pool — may be hazardous. Chemical analysis requires sophisticated techniques and is expensive, and as a result the number of eggs that can be analyzed is limited.



D. Noble

Collecting seabird eggs for monitoring

Map 1
The marine areas where the Canadian Wildlife Service has surveyed seabird eggs for persistent contaminants



Other naturally occurring metals that may be increasing in the marine environment, such as lead and cadmium, which tend to accumulate in the bone and kidney respectively, have been measured more recently, although the number of tissue samples analyzed is still small. Environmental levels of cadmium, lead, and mercury are increased by various manufacturing and resource-extraction processes and exhaust from internal combustion engines that run on leaded gas.

A chronology

The PCBs first came into use in 1929 and the organochlorine pesticides in the 1940s and 1950s. PCBs had a wide range of uses, primarily in electrical and heat transfer systems. No special precautions were thought to be necessary when disposing of products containing PCBs. DDT and related compounds were applied widely in pest control operations, sometimes sprayed from the air over large areas. Indeed, partly because of its chemical stability and low acute toxicity to mammals, DDT was welcomed as the answer to global problems of insect-borne disease and insect damage to crops.

As concern about the dangers of organochlorines to the environment increased, Canada and other countries introduced restrictions on their use

In the late 1960s, specialists as well as the public came to realize problems of generalized environmental pollution due to use of chlorinated hydrocarbons. As a result, Canada restricted various uses of DDT, aldrin/dieldrin, HCB (hexachlorobenzene), and heptachlor in 1969-71, major uses of toxaphene in 1970 and 1980, non-electrical uses of PCBs in 1977, and most uses of chlordane in 1978. (Mirex was never registered for use in Canada.) The United States and European countries also prohibited many uses of organochlorines at about the same times.

Countries outside North America and Europe have been slower to restrict the use of organochlorine pesticides, and the continued use of these compounds in Latin America may be the source of some of the contaminants in the Canadian environment.

What we know because of the surveys and monitoring programs

The contaminants

PCBs, DDE, toxaphene, dieldrin, mercury, hexachlorobenzene (HCB), oxychlordane, DDT, dichlorodiphenyldichloroethane (DDD), heptachlor epoxide, hexachlorocyclohexane (HCH), mirex, chlordane, and nonachlors were detected in most samples. The oxychlordane, heptachlor epoxide, chlordane, and nonachlors found occur

For the few situations where organochlorine pesticides are still allowed in Canada, more effective and less persistent substances are being developed to replace them. Federal and provincial authorities have worked to eliminate most uses of the more persistent substances and only very restricted and controlled uses remain (e.g., lindane seed-treatment on canola and the use of chlordane and aldrin for underground termite control in structures by provincially licensed pest-control operators).

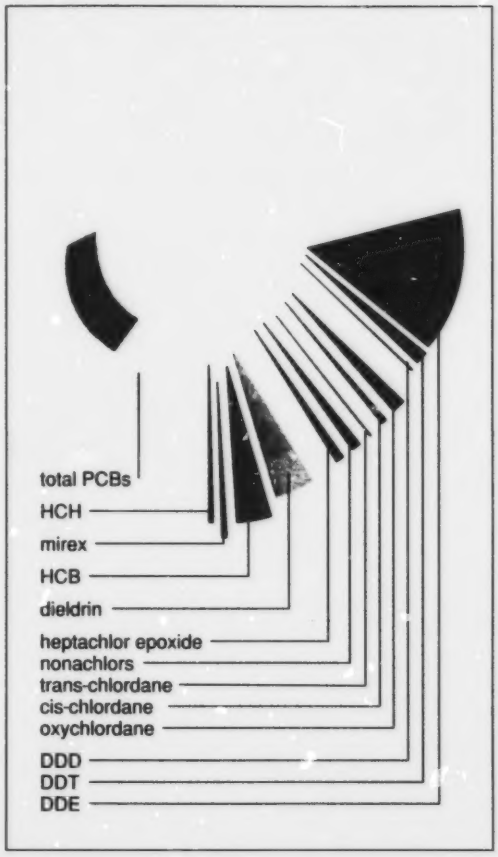
PCBs are also being phased out. In 1988, the Canadian Council of Ministers of the Environment pledged to remove all PCBs from use in Canada by 1993. At the same time, the federal government agreed to lease mobile PCB incinerators to destroy federal PCB wastes across Canada.

Monitoring programs involving seabirds have alerted Canadians to environmental contamination by dioxins and furans. The seriousness and sources of the contamination are still under investigation. Contributing sources to this contamination are chlorophenol wood treatment chemicals used in sawmill operations and pulp and paper mills employing chlorine bleaching. Recently, new federal and provincial regulations have been proposed that will require mills to make significant reductions in levels of these compounds in their effluents. The industry has also initiated measures to reduce their discharges by substitution of the chlorophenol wood treatment chemicals and modifications to the pulp-bleaching processes.

as breakdown products of chlordane and heptachlor, which are similar insecticides. DDD is, like DDE, a metabolite of DDT.

Figure 4 shows the relative concentrations of these compounds in an Atlantic Puffin egg collected at Great Island off the coast of Newfoundland in 1988.

Figure 4
The relative proportions of contaminants in an Atlantic Puffin egg collected at Great Island off the coast of Newfoundland in 1988



Geographic distribution of pollutants

Atlantic coast — On the Atlantic coast, contaminant residues in seabirds are generally highest in the St. Lawrence estuary and gulf, lower in the Bay of Fundy, and lowest off the coast of Newfoundland and southern Labrador. The continuing presence of organochlorines in seabirds breeding in remote Atlantic colonies indicates that long-range transport — in the atmosphere or by ocean currents — is occurring.

Judging by contaminant levels in seabird eggs, the St. Lawrence estuary is one of the most contaminated marine environments in Canada. The estuary receives the outflow from the heavily populated Great Lakes and St. Lawrence River watershed, carrying with it the effluents of industries lining the shores. Despite the differences in diet and migratory patterns, eggs of all three species tested in the estuary — Double-crested Cormorants, Herring Gulls, and Razorbills — were all quite highly contaminated, suggesting that local conditions were responsible.

Outside the estuary, in the Gulf of St. Lawrence, levels of organochlorine contaminants differed among sampling locations and sampled species. In this area, differences in contamination appeared to be related to differences in diet: species such as gannets, which feed on large schooling fish such as mackerel and herring, contained the most contaminants. Terns, feeding on small fish and pelagic zooplankton, were the least contaminated.

High Arctic Islands — Few Arctic seabird samples have been collected, and except for PCBs in eggs of the Black-legged Kittiwake, organochlorine residues in eggs and tissues were uniformly low. The species that seldom leave the Arctic, such as the Ivory Gull, were as contaminated as species that winter south of the ice, such as the Thick-billed Murre. Long-range atmospheric transport is the major source of organochlorines in the Arctic.

West coast — By the same measure, the Strait of Georgia was the most contaminated area on the British Columbia coast, but levels of the common organochlorines (including PCBs) in eggs from that area were still lower than those found in eggs from the St. Lawrence estuary and the Bay of Fundy. However, levels of polychlorinated dioxins and furans in eggs of Double-crested Cormorant breeding in the strait are high compared to levels detected elsewhere in Canada (Figure 5). The relative amounts of different dioxins and furans present at each site reflect the sources of the contaminants in the

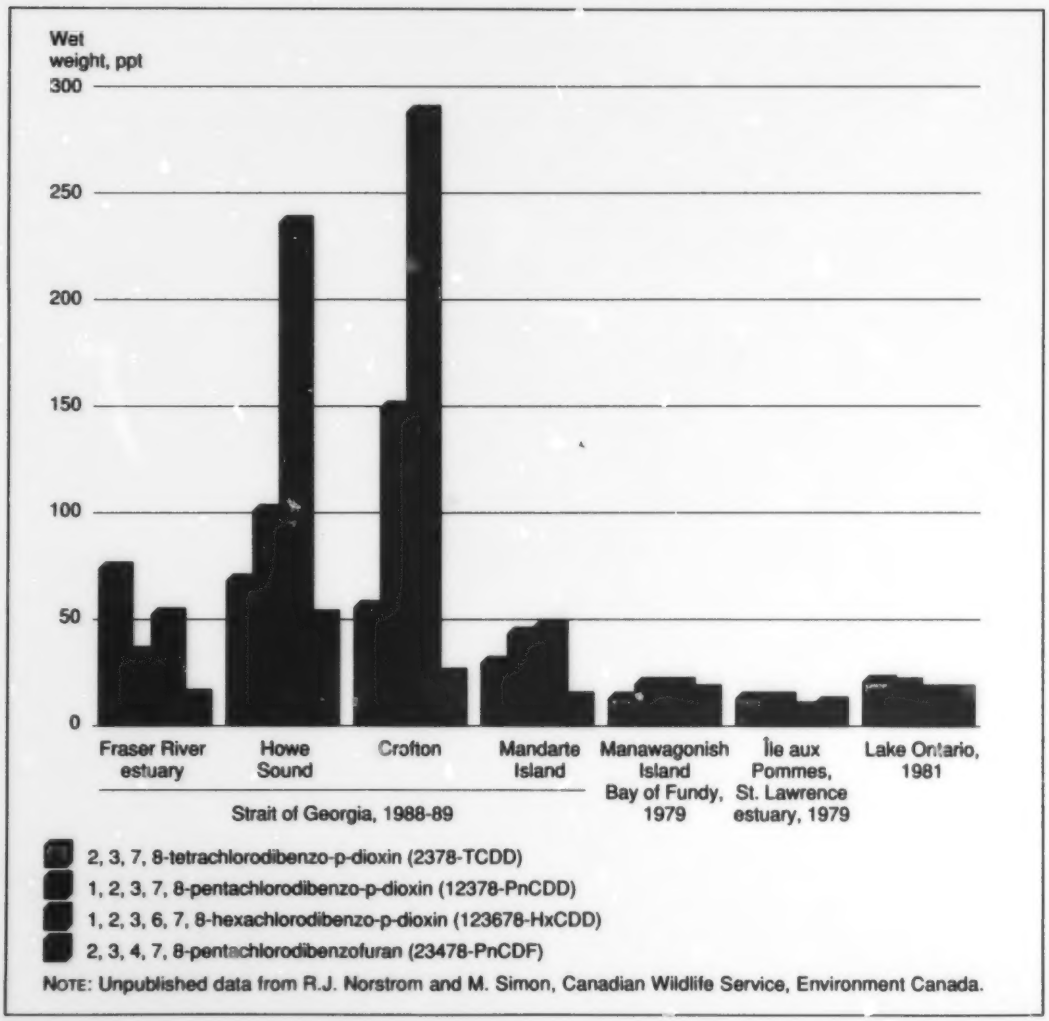
Judging by contaminant levels in seabird eggs, the St. Lawrence estuary is one of the most contaminated marine environments in Canada

eggs. The other species studied in the Strait of Georgia — Pelagic Cormorants and Great Blue Herons — show a similar geographic pattern. Seabirds feeding in estuaries with pulp mills or wood-processing plants were more contaminated overall than those feeding in unindustrialized estuaries.

Compared with the strait, the western coast of Vancouver Island is less contaminated. In the late 1960s and early 1970s, pollution of Hecate Strait and the Queen Charlotte Islands appeared to be relatively minor, but the tests used at that time were not designed to detect dioxins. Contamination seems to have increased in the mid 1980s.

Figure 6 shows the general pattern of PCB contamination of eggs of ocean-feeding seabirds collected in Canadian coastal areas from 1983 to 1988.

Figure 5
Geographic pattern of contamination of the major dioxins and furans in eggs of Double-Crested Cormorants, 1979–89

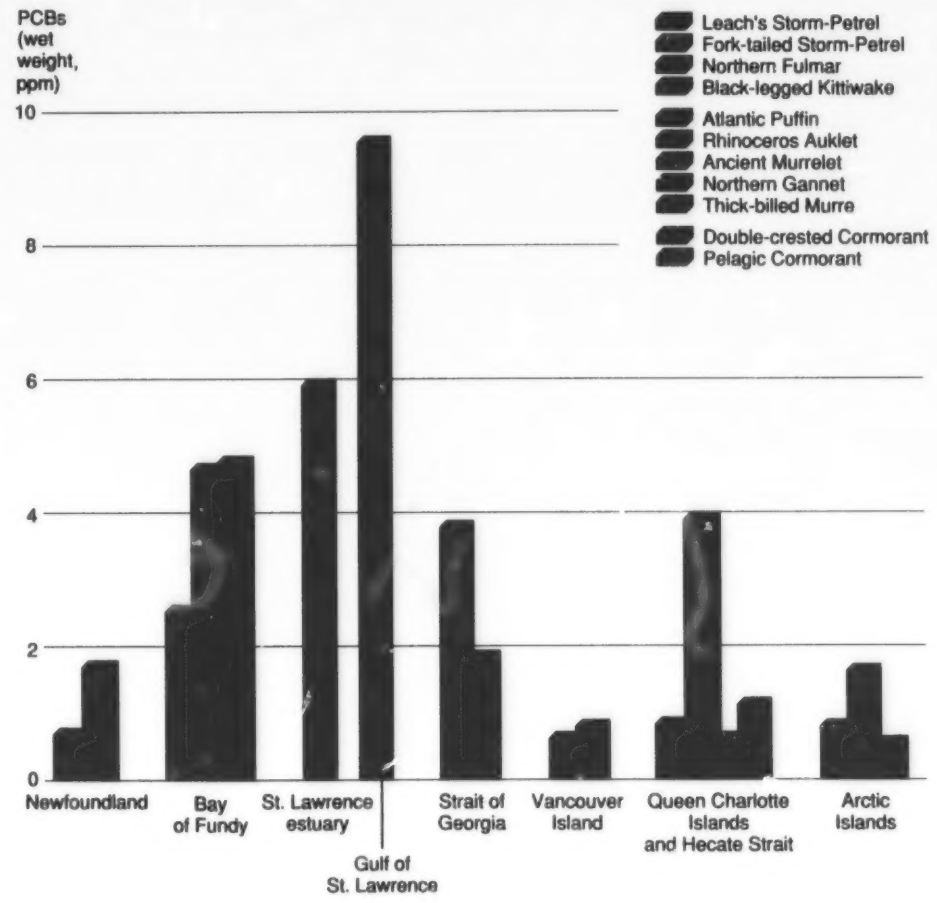


NOTE: Unpublished data from R.J. Norstrom and M. Simon, Canadian Wildlife Service, Environment Canada.

Changes in contaminant levels over time

The overall pattern of change in contaminant levels was quite consistent among all of the coastal regions for which long-term data were available. Since the early 1970s, DDT compounds have declined significantly everywhere, except in the St. Lawrence estuary. On the Atlantic coast, PCBs and dieldrin have declined in eggs of most species, but not always significantly. HCB, HCH, oxychlordane, and heptachlor epoxide levels have fluctuated, but these contaminants are basically just as prevalent now as in the mid-seventies.

Figure 6
The general pattern of PCB contamination in seabird eggs collected between 1983 and 1988



NOTE: Levels in Double-Crested and Pelagic Cormorants, which feed close to shore, tend to reflect pollutants in coastal runoff.

Levels in Leach's Storm-Petrels, Northern Fulmars, Fork-tailed Storm-Petrels, and Black-legged Kittiwakes, which feed at the surface of the open ocean, tend to reflect pollutants that reach the ocean through the atmosphere.

Levels in Atlantic Puffins, Rhinoceros Auklets, Ancient Murrelets, Thick-billed Murres, and Northern Gannets, which are offshore divers, tend to reflect overall marine pollution.

The population of Bonaventure gannets recovered to 21 100 in 1984

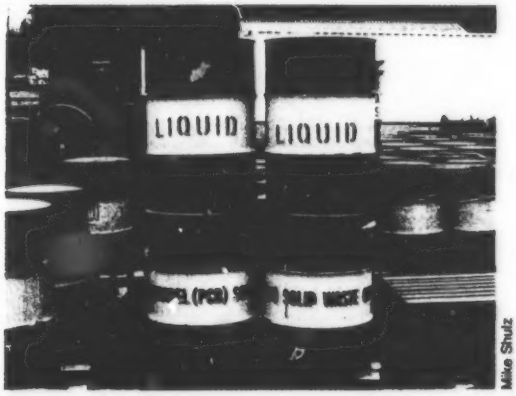
On the Pacific coast DDT compounds have declined significantly everywhere. PCBs, however, have declined in the Strait of Georgia but only slightly along the west coast of Vancouver Island. HCB, oxychlordane, dieldrin, and heptachlor epoxide have increased in some species and declined in others.

In the Arctic, four organochlorines (DDE, PCBs, dieldrin, and HCB) declined in most species between 1976 and 1987. However, oxychlordane and heptachlor epoxide increased in most species sampled.

Most biologists conclude that reproductive failures among Bonaventure gannets were the result of eggshell thinning caused by DDE, although dieldrin also may have killed some embryos

In general, the trends in levels of organochlorine pesticides in the Canadian marine environment follow the patterns of their use in North America. In the case of DDT, which was used in immense quantities against forest insects in Canada, the restrictions in the early 1970s resulted in a dramatic decline in levels of DDE in the environment. The continuing high levels of organochlorines in the St. Lawrence estuary are partly due to atmospheric deposition onto the Great Lakes, partly due to mobilization of pollutants from the sediments and soil, and partly due to sewage as well as agricultural and industrial wastes entering the St. Lawrence River.

PCBs continue to enter the environment through industrial discharge, leaching from landfills, leakage from old equipment, industrial accidents and incineration. The decline in PCBs in most locations is probably indicative of a slow global decline in overall levels and local control measures.



Stored PCB waste

The recovery of the gannets on Bonaventure Island

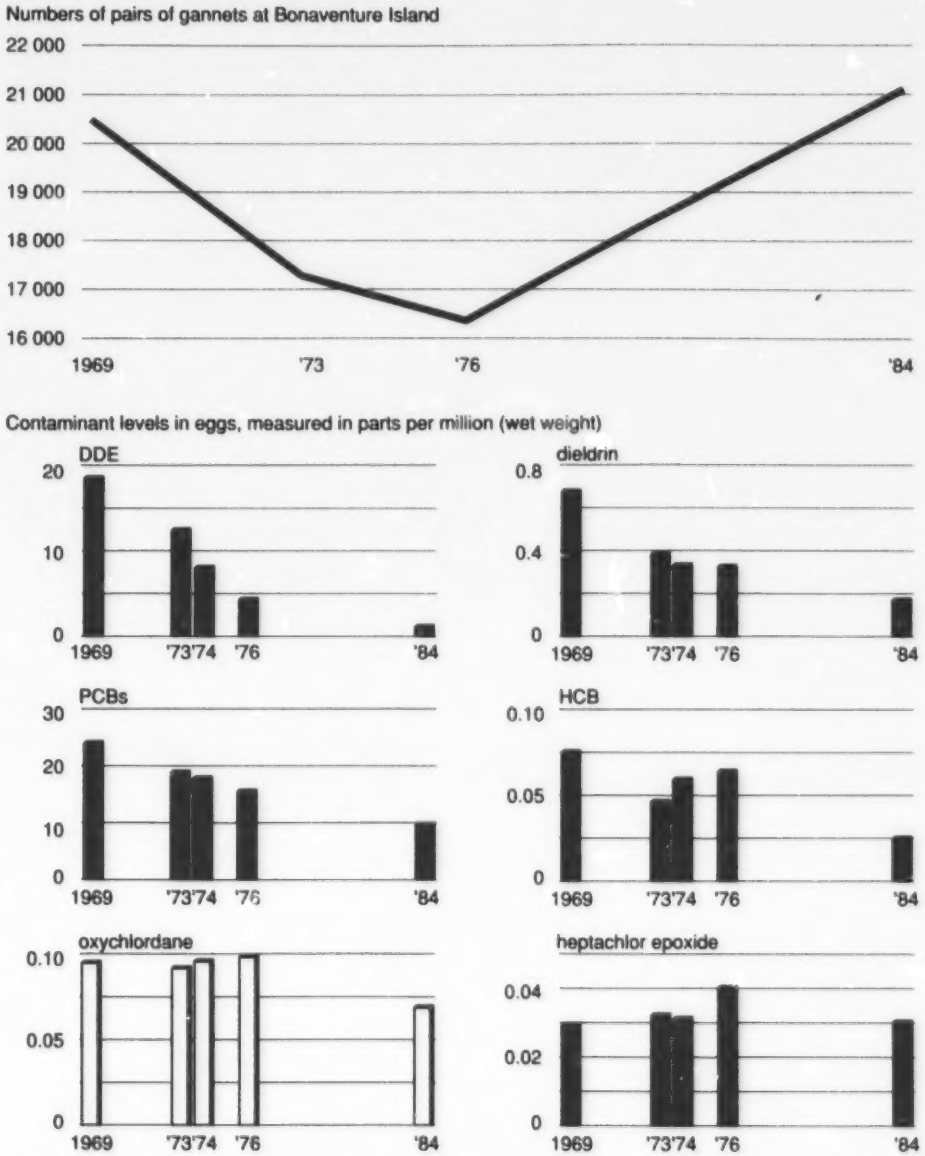
In the 1980s, the Bonaventure colony of gannets began to expand again. In 1984, 75% of the gannets that laid eggs produced an offspring to fledging, compared with a dismal 30% in 1966. A census in 1984 showed that numbers of breeding pairs had risen back to 20 100. The recovery of the population corresponded with lower contaminant levels in the eggs. Scientists have pointed out that the declining levels of DDE, dieldrin, and PCBs since 1968 correspond well with improvements in reproductive success, eggshell thickness, and gannet numbers at the colony. Figure 7 shows the relationship (or lack of it) between six organochlorines and one of these variables. Most biologists conclude from this and other evidence that the reproductive failures were the result of eggshell thinning caused by DDE, although dieldrin also may have killed some embryos.

Outlook

The recovery of the gannet population on Bonaventure Island after DDT was banned demonstrates that regulations governing the use of chemical substances can be successful. This is heartening, but it is not grounds for complacency about the health of seabird populations or the quality of the marine environment as a whole. Large amounts of persistent contaminants remain in the marine environment, new chemical substances continue to be released, and elevated quantities of some naturally occurring metals continue to enter marine food chains as a result of human activities.

Programs that monitor persistent contaminants provide valuable information about the state of Canada's marine environment. Continued vigilance on the part of monitoring agencies, backed up by strict regulation of chemicals suspected of being dangerous, enable Canada to act, domestically and through international agencies, to safeguard the quality of marine food and the health of the marine ecosystem.

Figure 7
Numbers of pairs of gannets at Bonaventure Island, Quebec, 1969-84, and contaminant levels in gannet eggs at the colony, 1969-84



NOTE: Almost all contaminants appeared to decline after 1976. DDE, dieldrin, and PCBs declined significantly between 1969 and 1984. DDE, the main byproduct of DDT, shows the most dramatic decline, probably reflecting the sudden elimination in 1969 of DDT from forest spray programs in Quebec and the Maritime provinces.

HCB and PCBs, which originate mainly from industrial processes, declined more slowly, as these chemicals were slowly phased out.

Oxychlordane and heptachlor did not change significantly over the period sampled. Chlordane, the main source of these two chemicals, was not restricted in Canada until 1978, which may explain the increasing levels between 1969 and 1976.

Large amounts of persistent contaminants remain in marine ecosystems and new chemical substances continue to enter marine food chains

For further reading

Bird, P.M. and D.J. Rapport. 1986. State of the Environment Report for Canada. Ottawa: Environment Canada.

Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1986. The PCB Story. Toronto.

Carson, R. 1962. Silent Spring. Boston: Houghton Mifflin Co.

Clark, R.B. 1986. Marine Pollution. New York: Oxford University Press.

Goldberg, E.D. 1976. The Health of the Oceans. Paris: The Unesco Press.

Nelson, J.B. 1978. The Gannet. Vermillion, South Dakota: Buteo Books.

Simon, A.W. 1985. Neptune's Revenge: The Ocean of Tomorrow. Toronto: Bantam Books.

Scientific sources

Chapdelaine, G., P. Laporte, and D.N. Nettleship. 1987. Population, Productivity, and DDT Contamination Trends of Northern Gannets (*Sula bassanus*) at Bonaventure Island, Quebec, 1967–1984. Canadian Journal of Zoology 65:2922–2926.

Elliott, J.E., R.J. Norstrom and J.A. Keith. 1988. Organochlorines and Eggshell Thinning in Gannets from Eastern Canada, 1968 to 1984. Environmental Pollution 52:81–102.

Elliott, J.E., D.G. Noble, R.J. Norstrom and P.E. Whitehead. 1989. Organochlorine Contaminants in Seabird Eggs from the Pacific Coast of Canada, 1971–1986. Environmental Monitoring and Assessment 12:67–82.

Gilbertson, M., J.E. Elliott and D.B. Peakall. 1986. Seabirds as Indicators of Marine Pollution. Pages 231–248 *in* A.W. Diamond and F.L. Filion, eds. The Value of Birds, International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 6.

Noble, D.G. and J.E. Elliott. 1986. Environmental Contaminants in Canadian Seabirds 1968–1985: Trends and Effects. Ottawa: Canadian Wildlife Service Technical Report No. 13.

Ohlendorf, H.M., R.W. Risebrough and K. Vermeer. 1978. Exposure of Marine Birds to Environmental Pollutants. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service. Wildlife Research Report No. 9.

Pearce, P.A., J.E. Elliott, D.B. Peakall and R.J. Norstrom. 1989. Organochlorine Contaminants in Eggs of Seabirds in the Northwest Atlantic, 1968–1984. Environmental Pollution 56:217–235.

For further information

Supplementary information on contaminants in seabirds may be obtained from the following address:

Distribution Section
Canadian Wildlife Service
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Information on State of Environment Reporting may be obtained from the following address:

State of the Environment Reporting
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Authors: D.G. Noble and S.P. Burns

Published by Authority of the Minister of the Environment

© Minister of Supply and Services Canada, 1990

Catalogue No. EN1-12/90-1E
ISBN 0-662-17355-4

Également disponible en français sous le titre: ***Les contaminants chez les oiseaux de mer au Canada***

Canada

Les contaminants chez les oiseaux de mer au Canada

Le déclin du Fou de Bassan à l'île Bonaventure

L'île Bonaventure, située dans le golfe du Saint-Laurent, est célèbre pour son extraordinaire faune ailée. Le Fou de Bassan est l'une des nombreuses espèces d'oiseaux marins que l'on peut y trouver. Chaque année, en mars, les Fous de Bassan reviennent nicher sur les hautes falaises de grès pour s'accoupler et élever leurs petits.

Des 40 100 couples de Fous de Bassan dénombrés en Amérique du Nord, environ 21 000 nichent à la colonie de l'île Bonaventure. Depuis des siècles, les couples de Fous de Bassan, magnifiques oiseaux blancs aux yeux d'un bleu remarquable, y élèvent leur unique et fragile oisillon. Des générations de jeunes Fous de Bassan y ont appris à se servir de leurs ailes en plongeant vers la mer.

Le nombre de Fous de Bassan de la colonie de l'île Bonaventure est passé de 21 200 à 16 400 couples nicheurs entre 1966 et 1976, ce qui représente une diminution de près de 25 %.

Vers la fin des années 60, les jeunes Fous de Bassan étaient de moins en moins nombreux à y prendre leur premier essor. Pourtant, à partir de 1917, date à laquelle a été votée une loi visant à protéger cette colonie contre la chasse et les effets néfastes de l'activité humaine, la population de Fous de Bassan s'était lentement rétablie. De façon inexplicable, la population de l'île est passée de 21 200 à 16 400 couples nicheurs de 1966 à 1976, ce qui représente une chute de près de 25 %. Durant la même période, d'autres colonies situées à l'extérieur du golfe connaissaient une expansion.

Les ornithologues, préoccupés par ce déclin, ont remarqué qu'un grand nombre d'oeufs avaient des coquilles très minces. Dans quelques cas, l'enveloppe externe de la coquille était même totalement

Roy Webster

Un Fou de Bassan

Points importants

- Dans les années 60, les scientifiques canadiens ont observé des cas de malformation congénitale, d'amincissement de la coquille des oeufs et un déclin des populations chez les oiseaux dont le régime alimentaire était reconnu comme contaminé par les pesticides organochlorés synthétiques.
- Le gouvernement canadien a réglementé dans les années 60 et 70 l'utilisation de la plupart de ces pesticides et produits industriels rémanents.
- Le Canada effectue, depuis 1968, un contrôle continu, au moyen de l'analyse des oeufs d'oiseaux de mer, des concentrations d'organochlorés dans le milieu marin.
- Les teneurs en DDE ont diminué le long des côtes de l'Atlantique, du Pacifique et de l'Arctique canadiens, quoique de façon moins marquée dans l'estuaire du Saint-Laurent. Les teneurs en BPC ont elles aussi baissé dans la plupart des endroits étudiés, mais elles sont restées à peu près les mêmes dans l'estuaire du Saint-Laurent et au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. Les teneurs en dieldrine ont diminué presque partout, alors que celles en certains autres contaminants organochlorés n'ont pas montré de tendance particulière durant cette période.
- On a récemment détecté la présence de fortes teneurs en dioxines et en furanes chez des oiseaux de mer (Cormoran pélagique et Cormoran à aigrettes) du détroit de Géorgie.
- C'est dans l'estuaire du Saint-Laurent et dans certaines parties du golfe du Saint-Laurent que les niveaux de résidus organochlorés chez les oiseaux de mer sont les plus élevés.
- La baisse des niveaux de résidus organochlorés ayant fait l'objet d'une réglementation démontre que le contrôle de leur usage peut réellement atténuer la pollution dans les endroits près des sources, mais que l'effet sur la baisse des niveaux de fond dans l'océan est moins prononcé.

Le déclin de la population de Fous de Bassan a incité les scientifiques à analyser le contenu en substances toxiques des oeufs de ces oiseaux.

absente. Bien des oeufs se brisaient ou disparaissaient; d'autres n'arrivaient simplement pas à éclore.

Pour essayer de comprendre cette chute de la population, le Service canadien de la faune est allé ramasser des oeufs sur les falaises de l'île Bonaventure pour en analyser le contenu. Il s'est avéré que ces oeufs contenaient de fortes doses de contaminants rémanents.

Les contaminants organochlorés

Les substances rémanentes détectées dans les oeufs de Fous de Bassan appartiennent à un groupe de composés chimiques organiques synthétiques : les *hydrocarbures chlorés* ou *substances organochlorées*. (L'un et l'autre termes sont utilisés indifféremment dans le texte.) Ce groupe comprend les pesticides synthétiques de première génération, les pesticides organochlorés liposolubles, comme le dichlorodiphényltrichloréthane (DDT), la dieldrine, le chlordane, l'heptachlore, le toxaphène et le mirex, de même que des composés industriels liposolubles, comme les biphényles polychlorés (BPC) et les chlorobenzènes. La structure chimique de ces substances apparentées peut être modifiée, entre autres, par la lumière du soleil et par l'action de microorganismes dans l'environnement. Les produits ainsi formés peuvent avoir une toxicité et une rémanence supérieures ou inférieures à celles des substances dont ils dérivent. Par exemple, le dichlorodiphényldichloroéthylène (DDE), métabolite (produit dérivé) du DDT, est beaucoup plus stable que le DDT dans l'environnement. Ce groupe de substances comprend aussi les dioxines et les furanes chlorés. Au Canada, certaines dioxines et certains furanes sont produits au cours du blanchiment au chlore dans les usines de pâtes et papiers. D'autres dioxines et furanes sont présents à l'état de traces en tant que contaminants dans les chlorophénols, substances autrefois largement utilisées comme agents de conservation du bois, particulièrement en Colombie-Britannique.

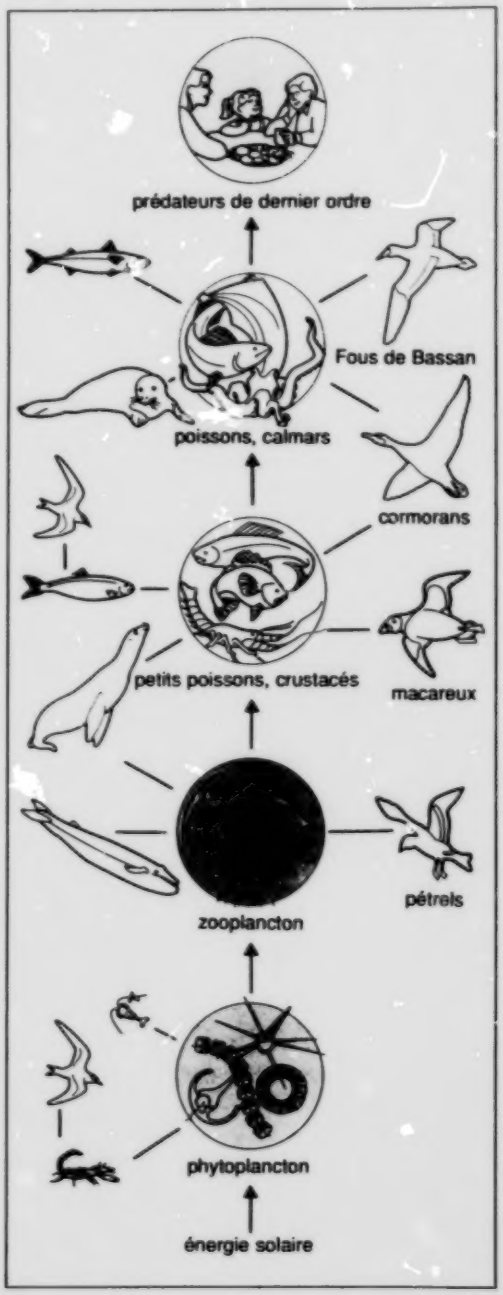
La libération de ces substances dans l'environnement est spécialement dangereuse en raison de leur rémanence et du fait qu'elles peuvent atteindre, par bioaccumulation, des concentrations élevées dans les organismes vivants.

La libération des contaminants organochlorés dans l'environnement est particulièrement dangereuse en raison de leur rémanence et du fait qu'ils peuvent atteindre, par bioaccumulation, des concentrations élevées dans les organismes vivants.

La teneur en substances organochlorées d'un organisme dépend de nombreux facteurs, mais, en général, plus l'environnement est contaminé et plus l'organisme occupe un niveau trophique élevé dans la chaîne alimentaire (Figure 1), plus la quantité de contaminants accumulés par cet organisme est grande (Figure 2). On devrait retrouver les plus fortes concentrations de contaminants chez les animaux qui se trouvent au sommet d'un réseau alimentaire, c'est-à-dire d'un ensemble de chaînes alimentaires. Les humains, qui mangent du poisson ou de la viande, appartiennent à cette catégorie.

À haute concentration, les contaminants organochlorés présents dans l'environnement soumettent

Figure 1
Une chaîne alimentaire marine simplifiée. Les organismes vivants qui tirent leur nourriture des végétaux, par un même nombre d'étapes intermédiaires (ou de liens dans la chaîne alimentaire), appartiennent au même «niveau trophique». Le graphique montre le niveau trophique de quatre sortes d'oiseaux de mer.



les organismes vivants à un stress dont les effets se répercutent sur les populations et les écosystèmes. Son importance est fonction de la nature du contaminant organochloré ou de la combinaison de contaminants organochlorés auxquels sont exposés les organismes, de même que de la durée de cette exposition. L'effet sur l'organisme varie selon certains facteurs tels l'âge des individus et leur état de santé. Devant les dangers que représentent l'accumulation et la concentration (bioconcentration) des substances organochlorées dans les organismes vivants, dont les êtres humains, un grand nombre de pays, dont le Canada, ont décidé de restreindre l'utilisation de plusieurs de ces substances (voir l'encadré, p. 5). Les effets à long terme des contaminants sur les êtres humains, aux concentrations auxquelles on les retrouve actuellement dans l'environnement, sont peu connus.

Les recherches sur les maladies chroniques dues aux contaminants organochlorés présents dans l'environnement ont été surtout effectuées chez les espèces sauvages dans des milieux contaminés. Dans bien des régions du monde, on a observé une corrélation entre des niveaux élevés de DDE et de dieldrine et des réductions de l'épaisseur de la coquille des oeufs, du succès de la reproduction et du nombre d'oiseaux de mer. Des études effectuées au Canada et portant sur des oiseaux piscivores nichant dans les Grands Lacs ont aussi montré que la présence de contaminants organochlorés dans leur organisme avait un effet négatif sur le taux de reproduction de ces oiseaux. De plus, des études ont permis d'établir, chez des oiseaux piscivores, une corrélation entre, d'une part, la présence de BPC à de fortes concentrations et, d'autre part, l'apparition de malformations congénitales, de tumeurs et de lésions cutanées, l'existence de troubles du foie et la réduction des taux de croissance.

J. Foley

Analyse de la teneur des oeufs

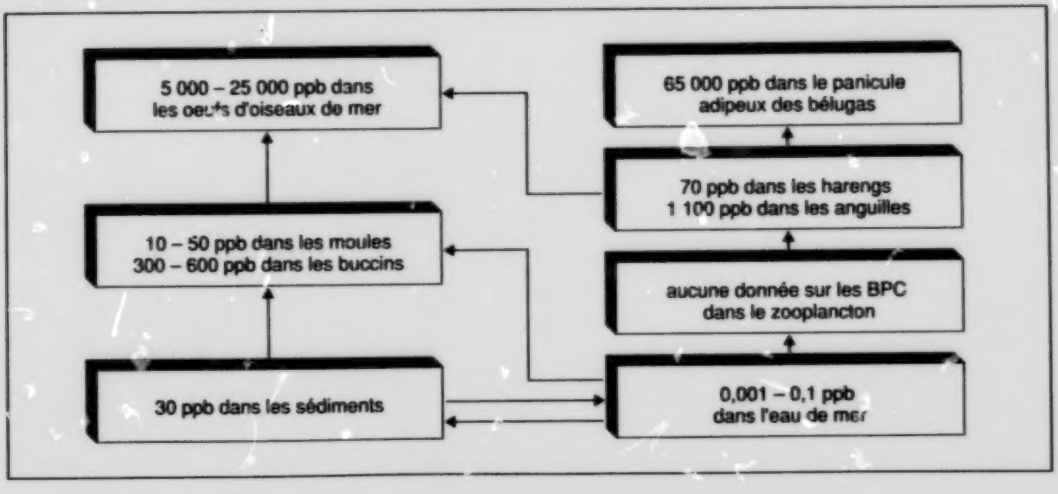
Les contaminants organochlorés dans le milieu marin

Les substances organochlorées atteignent l'océan par diverses voies, et en particulier par la voie atmosphérique (Figure 3). Tous les hydrocarbures chlorés qui ne sont pas emmagasinés dans des conteneurs hermétiques s'évaporeront et les vents dominants en transporteront une partie vers la mer où le vent, la pluie et la neige les déposeront à la surface de l'eau. De plus, les contaminants organochlorés peuvent être transportés vers la côte par les cours d'eau et répandus au large de l'océan sous l'action des courants.

Les contaminants organochlorés sont hydrophobes, c'est-à-dire qu'ils sont à toutes fins utiles insolubles dans l'eau. Ainsi, au lieu d'être simplement dissous dans l'eau, ils s'adsorbent à la surface des particules de matière organique en suspension ou présentes dans les sédiments de même qu'à la

Des études sur les oiseaux piscivores ont permis de démontrer que la présence de substances organochlorées dans leur organisme a eu des effets négatifs sur leur taux de reproduction.

Figure 2
Dans l'estuaire du Saint-Laurent, les organismes marins concentrent les BPC à des taux élevés même si les concentrations de ces derniers dans l'eau de mer sont très faibles.


5 000 – 25 000 ppb dans les oeufs d'oiseaux de mer
65 000 ppb dans le panicule adipeux des bélugas
70 ppb dans les harengs
1 100 ppb dans les anguilles
10 – 50 ppb dans les moules
300 – 600 ppb dans les buccins
aucune donnée sur les BPC dans le zooplancton
30 ppb dans les sédiments
0,001 – 0,1 ppb dans l'eau de mer

surface des organismes vivants. Ils peuvent traverser la membrane externe des organismes pour ensuite se loger dans les tissus riches en graisse des animaux et des plantes. Les animaux peuvent aussi absorber les substances organochlorées présentes dans leurs aliments. Ainsi, dans les chaînes alimentaires marines complexes, qui comportent généralement de nombreux niveaux trophiques, les contaminants organochlorés présents dans l'eau seraient absorbés par les organismes de chaque niveau trophique et, de plus, il y aurait augmentation de leurs concentrations quand ils passent d'un niveau (proie) au niveau supérieur (prédateur). Le taux d'absorption de ces contaminants chez les animaux qui filtrent de grandes quantités d'eau pour l'alimentation (les huîtres, par exemple) ou la respiration (les poissons, par exemple) est particulièrement élevé. Presque tous les contaminants accumulés par les animaux qui appartiennent à un niveau trophique élevé dans la chaîne alimentaire (les Fous de Bassan, par exemple) proviennent de leurs proies. En outre, la capacité d'accumulation de ces substances est plus élevée chez les organismes riches en graisse.

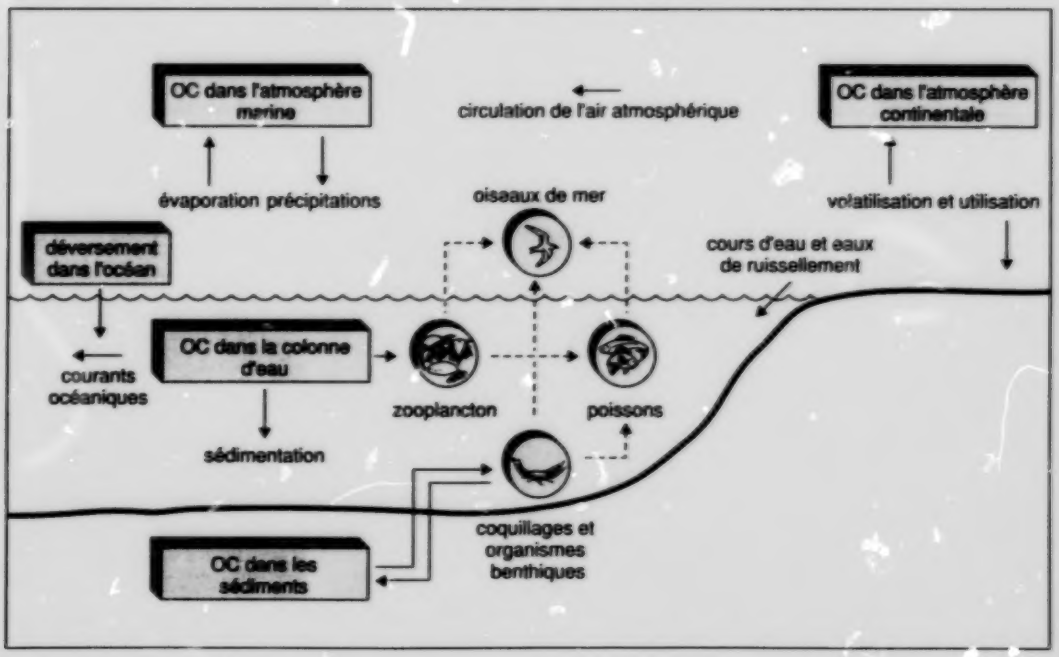
Le contrôle continu des contaminants organochlorés dans le milieu marin

Les scientifiques canadiens ont étudié la distribution des contaminants dans le milieu marin principalement en mesurant de façon continue les taux de divers composés apparentés et de leurs métabolites dans différents éléments de la chaîne alimentaire et en interprétant ces résultats. En observant sur une certaine période les modifications qui apparaissent dans un même élément (un oeuf d'oiseau, par exemple), ils peuvent déterminer si le taux d'un contaminant augmente ou diminue dans l'environnement.

Les oiseaux de mer qui nichent en colonie sont de bons indicateurs parce qu'ils appartiennent à des niveaux trophiques relativement élevés dans la chaîne alimentaire et qu'il est facile d'aller chercher des échantillons dans ces colonies. En outre, comme ces animaux vivent longtemps, la probabilité qu'ils montrent des signes chroniques subtils de contamination par des substances toxiques se trouve augmentée. De plus, les taux de polluants chez les individus d'une colonie d'oiseaux de mer semblent moins variables que chez les poissons et les mammifères.

Une partie des polluants absorbés par les femelles d'oiseaux de mer passent dans leurs oeufs. Ceux-ci sont faciles à récolter et très utiles pour le contrôle continu des contaminants. Dans de nombreux cas, si les oeufs sont retirés du nid peu de temps après la ponte, les femelles pondent de nouveaux oeufs. Cela diminue les effets de la recherche sur les populations. Les chercheurs peuvent également récolter les oeufs non éclos pour fin d'analyse

Figure 3
Provenance et circulation des substances organochlorées (OC) dans l'écosystème marin



à la fin de la saison. (Cependant, cette pratique peut introduire une erreur systématique dans les résultats si la contamination des oeufs était responsable du fait que les oeufs n'ont pas éclos.)

Les études sur les oiseaux de mer, 1968–1989

Dans le cadre des études sur les oiseaux de mer commencées dans les années 60, on a mesuré les concentrations des polluants présents dans l'environnement dans les oiseaux de mer des côtes de l'Atlantique, du Pacifique et de l'Arctique canadiens (Carte 1). Sur la côte atlantique, dans le cadre d'un programme continu, on récolte des oeufs aux mêmes endroits et à des intervalles fixes depuis 1968. Un programme analogue existe depuis 1985 sur la côte du Pacifique. Dans ce cas, il a été plus difficile d'organiser le transport des chercheurs vers les colonies d'oiseaux.

Les analyses chimiques des oeufs ont porté sur les substances organochlorées et le mercure, un métal lourd d'origine naturelle qui devient toxique à des concentrations supérieures à la normale.

Le mercure et la plupart des substances organochlorées sont toxiques pour les oiseaux à des concentrations très basses, habituellement inférieures à 100 parties par million (ppm). La Dioxine

Chronologie

Les BPC ont été utilisés pour la première fois en 1929 et les pesticides organochlorés, dans les années 40 et 50. Les BPC avaient un large éventail d'utilisations, notamment dans les systèmes caloriporteurs et les réseaux de distribution d'électricité. On a longtemps pensé que l'élimination des produits contenant des BPC ne demandait pas de précautions particulières. Le DDT et les substances qui lui sont apparentées ont été largement utilisés dans la lutte contre les ennemis des cultures. Dans certains cas, on les pulvérisait sur de grandes étendues par voie aérienne. Comme le DDT est stable chimiquement et que sa toxicité aiguë envers les mammifères est faible, l'utilisation de cette substance était considérée comme la meilleure solution pour lutter contre les maladies transmises par les insectes et contre les dommages causés aux récoltes par les insectes ravageurs à l'échelle de la planète.

Vers la fin des années 60, certains spécialistes de même que le grand public ont commencé à réaliser les problèmes de pollution généralisée de l'environnement posés par l'utilisation des hydrocarbures chlorés. C'est pourquoi le Canada a imposé des restrictions à plusieurs utilisations du DDT, de l'aldrine et de la dieldrine, de l'HCB (hexachlorobenzène) et de l'heptachlore durant la période 1969–1971, aux principales utilisations du toxaphène en 1970 et en 1980, aux utilisations des BPC ailleurs que dans les systèmes électriques en 1977 de même qu'à la plupart des utilisations du chlordane en 1978. (Le mirex n'a jamais été homologué au Canada.) À peu près dans les mêmes années, les États-Unis et les pays européens ont également interdit beaucoup d'utilisations des substances organochlorées.

Les pays hors de l'Amérique du Nord et de l'Europe ont pris plus de temps pour réglementer l'utilisation des pesticides organochlorés. L'utilisation soutenue de ces substances dans les pays de l'Amérique latine pourrait expliquer la présence de certains de ces contaminants dans notre environnement.

Quelques pesticides organochlorés sont encore utilisés au Canada, mais des efforts sont faits pour les remplacer par de nouvelles substances plus efficaces et qui persisteraient moins longtemps dans l'environnement. Les gouvernements fédéral et provinciaux veillent à prévenir la plupart des utilisations des substances les plus rémanentes. Les utilisations de ces substances sont aujourd'hui très sévèrement réglementées (traitement au lindane des semences d'huile de colza canola et utilisation du chlordane et de l'aldrine dans la lutte contre les termites logées dans les structures souterraines, par les entrepreneurs de déparasitage détenant un permis provincial).

Les BPC sont également en train d'être progressivement supprimés. En 1988, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement s'est engagé à interdire toute utilisation des BPC au Canada d'ici 1993. Par la même occasion, le gouvernement fédéral acceptait de louer des incinérateurs mobiles pour brûler les déchets de BPC sous juridiction fédérale, dans tout le Canada.

Les programmes de contrôle continu portant sur les oiseaux de mer ont sensibilisé les Canadiens aux problèmes de la contamination de l'environnement par les dioxines et les furanes. La gravité et les sources de cette contamination font encore l'objet de recherches. Parmi les facteurs qui contribuent à la contamination, on retrouve l'utilisation des chlorophénols lors du traitement chimique du bois dans les scieries et le blanchiment au chlore dans les usines de pâtes et papiers. Des règlements établis par les gouvernements fédéral et provinciaux visant à obliger ces entreprises à réduire les quantités de dioxines et de furanes dans leurs effluents ont été récemment proposés. Le secteur industriel a aussi instauré des mesures pour réduire les déversements en remplaçant les produits chimiques utilisés lors du traitement du bois aux chlorophénols et en modifiant le processus de blanchiment de la pâte.

Devant les dangers posés par la présence de contaminants organochlorés dans l'environnement, le gouvernement canadien et celui d'autres pays ont imposé peu à peu des restrictions sur leur utilisation.

D. Noble

Prélèvement d'oeufs d'oiseaux de mer aux fins de surveillance

2,3,7,8 tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2378-TCDD), une dioxine très toxique, peut avoir des effets néfastes à des taux inférieurs à une partie par milliard (ppb), ce qui correspond à moins d'un grain de sable dans une piscine olympique. Les analyses pour trouver les contaminants de l'environnement doivent être effectuées au moyen de techniques sophistiquées et coûtent fort cher; c'est pourquoi le nombre d'oeufs pouvant être analysés est restreint.

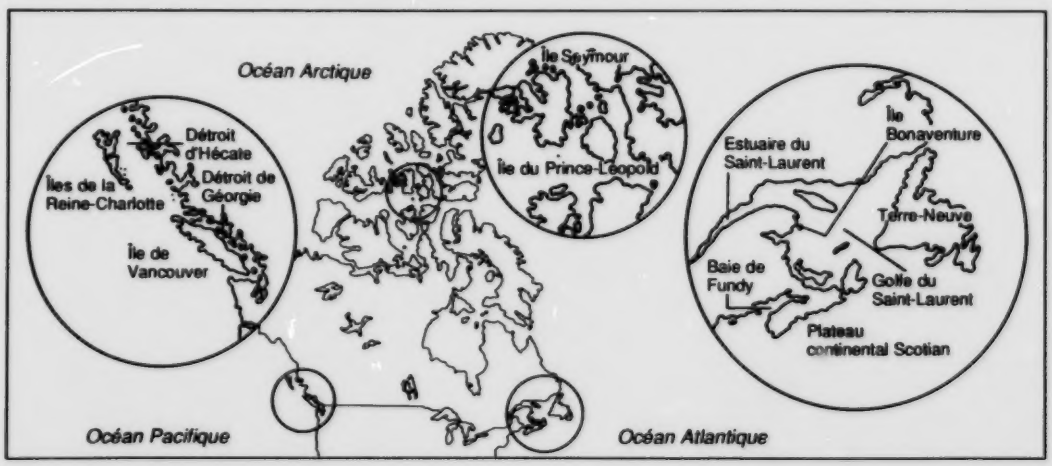
Certains autres métaux d'origine naturelle dont la concentration pourrait être à la hausse dans le milieu marin, comme le plomb et le cadmium, qui tendent à s'accumuler dans les os et les reins respectivement, ont été dosés plus récemment, mais la quantité d'échantillons de tissus analysés est encore peu importante. Certains procédés d'extraction des ressources et de fabrication de même que les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne qui fonctionnent avec de l'essence au plomb ont pour effet d'augmenter les taux de cadmium, de plomb et de mercure dans l'environnement.

Contribution des études portant sur les oiseaux de mer et des programmes de contrôle continu

Les contaminants

Les BPC, le DDE, le toxaphène, la dieldrine, le mercure, l'hexachlorobenzène (HCB), l'oxychlordane, le DDT, le dichlorodiphényldichloroéthane (DDD), l'époxyde d'heptachlore, l'hexachlorocyclohexane (HCH), le mirex, le chlordane et les nonachlores ont été détectés dans la plupart des échantillons. L'oxychlordane, l'époxyde d'heptachlore, le chlordane et les nonachlores qui ont été

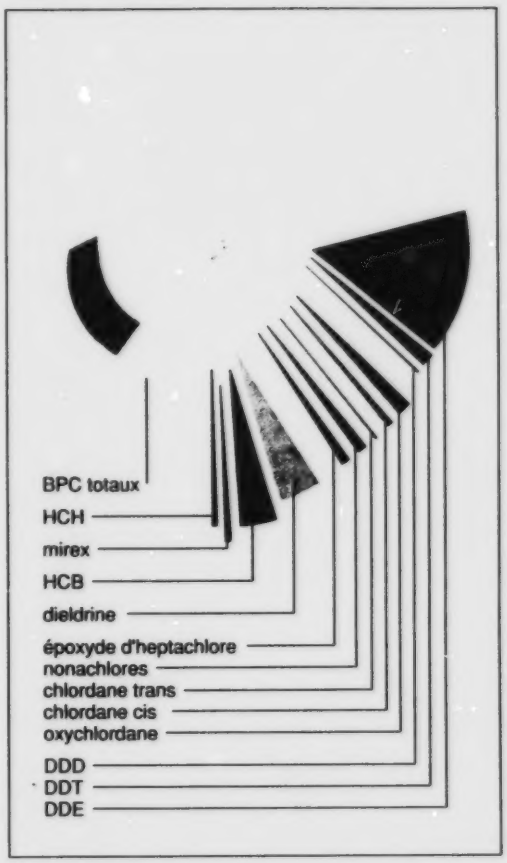
Carte 1
Régions côtières où le Service canadien de la faune a analysé le contenu en contaminants rémanents des oeufs d'oiseaux de mer



détectés étaient des dérivés du chlordane et de l'heptachlore, deux insecticides similaires. Le DDD est, comme le DDE, un métabolite du DDT.

La Figure 4 illustre les concentrations relatives de ces composés dans un oeuf de Macareux moine récolté à l'île Great au large de Terre-Neuve en 1988.

Figure 4
Proportions des contaminants détectés dans un oeuf de Macareux moine récolté à l'île Great au large de Terre-Neuve, en 1988



Distribution géographique des polluants

Côte atlantique — Sur la côte atlantique, c'est généralement dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent que les concentrations de résidus de contaminants chez les oiseaux de mer sont les plus élevées. Viennent ensuite la baie de Fundy et enfin, les régions au large de Terre-Neuve et de la partie sud du Labrador. Le fait que les substances organochlorées soient présentes en permanence chez les oiseaux de mer qui nichent dans des colonies situées à des endroits reculés sur la côte atlantique indique que ces substances sont transportées sur de grandes distances, soit dans l'atmosphère, soit par les courants océaniques.

Si l'on en juge d'après les teneurs en contaminants des oeufs d'oiseaux de mer, l'estuaire du Saint-Laurent est l'un des milieux marins les plus contaminés au Canada. Cet estuaire reçoit les eaux du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, région très densément peuplée. Ces eaux transportent les déchets des industries situées sur les rives des cours d'eau de ce bassin. Des analyses ont été effectuées sur trois espèces de l'estuaire : le Cormoran à aigrettes, le Goéland argenté et le Petit Pingouin. Bien que le régime alimentaire et les voies migratoires de ces espèces soient différents, leurs oeufs étaient tous très contaminés, ce qui laisse penser que cette contamination provenait de l'estuaire.

Au-delà de l'estuaire, dans le golfe du Saint-Laurent, les taux de contaminants organochlorés montraient des variations selon les sites d'échantillonnage et selon les espèces étudiées. Dans cette région, le degré de contamination semblait varier en fonction du régime alimentaire : les espèces comme le Fou de Bassan se nourrissant de gros poissons qui se rassemblent en bancs, comme le maquereau et le hareng, étaient les plus contaminées. Par contre, les sternes, qui se nourrissent de petits poissons et de zooplancton pélagique, étaient les moins contaminées.

Îles de l'Extrême-Arctique — Peu d'échantillons ont été prélevés chez les oiseaux de mer de l'Arctique. Exception faite des niveaux de BPC chez la Mouette tridactyle, les niveaux de résidus organochlorés mesurés dans les oeufs et dans les tissus étaient uniformément bas. Les espèces quittant rarement l'Arctique, comme la Mouette blanche, étaient aussi contaminées que les espèces qui hivernent au sud des glaces, telle la Marmette de Brünnich. C'est le transport atmosphérique à grande distance qui explique la présence des contaminants organochlorés dans l'Arctique.

Côte ouest — Le détroit de Géorgie était la région la plus contaminée de la côte de la Colombie-Britannique, mais les taux de contaminants organochlorés les plus communs (dont les BPC) y étaient inférieurs à ceux observés dans les oeufs récoltés dans l'estuaire du Saint-Laurent et la baie de Fundy. Cependant, les teneurs en dioxines et en furanes polychlorés des oeufs de Cormorans à aigrettes se reproduisant dans le détroit de Géorgie sont plus élevées que celles obtenues ailleurs au Canada (Figure 5). Les quantités relatives des différents furanes et dioxines présents à chaque site d'échantillonnage étaient corrélées avec les sources des concentrations de contaminants présents dans les oeufs. De plus, la distribution géographique des contaminants chez les deux autres espèces étudiées dans le détroit de Géorgie — le Cormoran pélagique et le Grand Héron — était similaire. En outre, les oiseaux de mer se nourrissant dans les estuaires où il

Si l'on en juge d'après les teneurs en contaminants des oeufs d'oiseaux de mer, l'estuaire du Saint-Laurent est l'un des milieux marins les plus contaminés au Canada.

y a des usines de pâtes ou des usines de transformation du bois étaient, de façon globale, plus contaminés que ceux se nourrissant dans les estuaires non industrialisés.

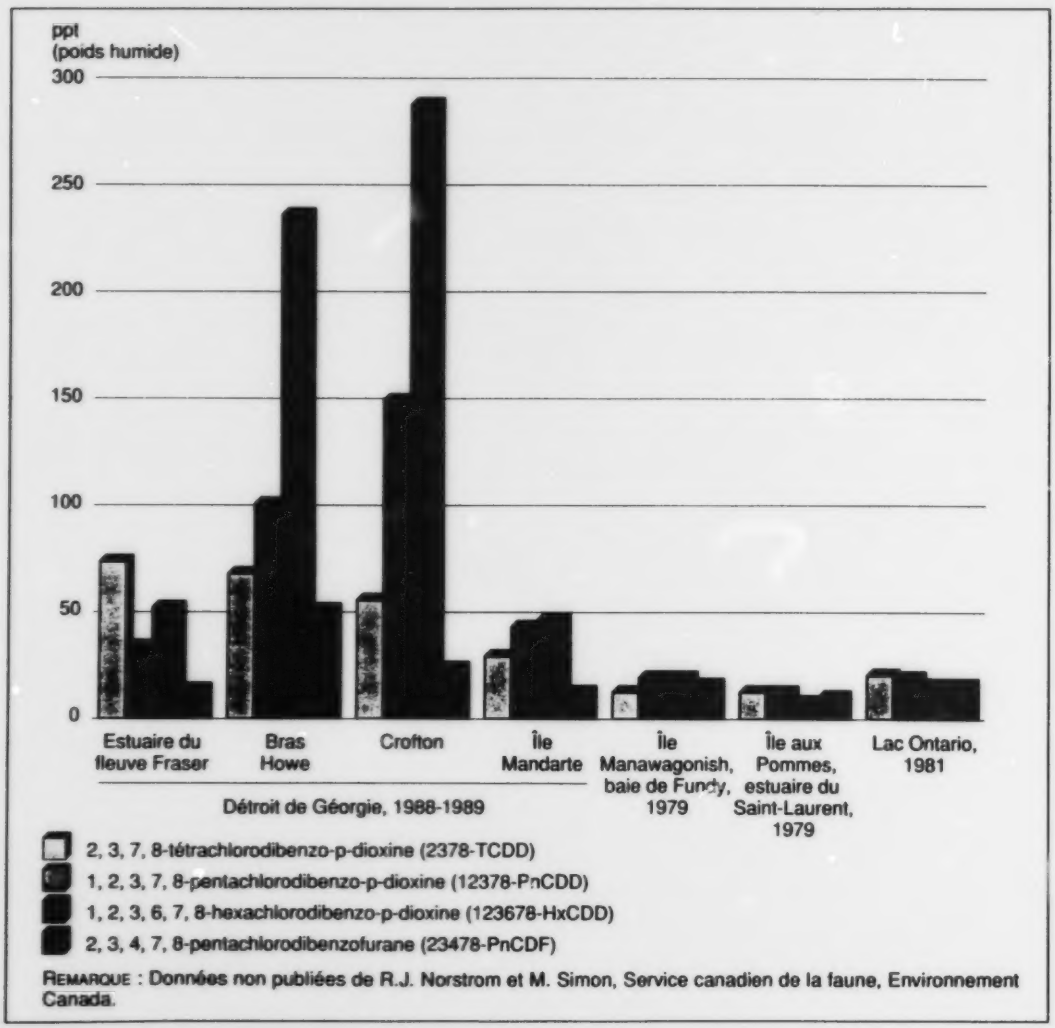
La côte ouest de l'île de Vancouver est moins contaminée que le détroit de Géorgie. À la fin des années 60 et au début des années 70, le détroit d'Hécate et les îles de la Reine-Charlotte semblaient peu pollués, mais les méthodes d'analyse utilisées à cette époque ne permettaient pas de détecter les dioxines. Le degré de contamination semble avoir augmenté au milieu des années 80 dans cette région.

La Figure 6 montre la distribution générale de la contamination par les BPC d'oeufs d'oiseaux de mer se nourrissant dans l'océan, oeufs récoltés sur les côtes canadiennes de 1983 à 1988.

Évolution des taux de contamination

L'évolution globale des taux de contaminants a été à peu près uniforme dans toutes les régions côtières pour lesquelles on dispose de données recueillies sur une longue période. Depuis le début des années 70, les taux des composés de la famille du DDT ont diminué de façon importante dans toutes

Figure 5
Distribution géographique de la contamination par les principaux dioxines et furanes des oeufs de Cormorans à aigrettes, 1979-1989

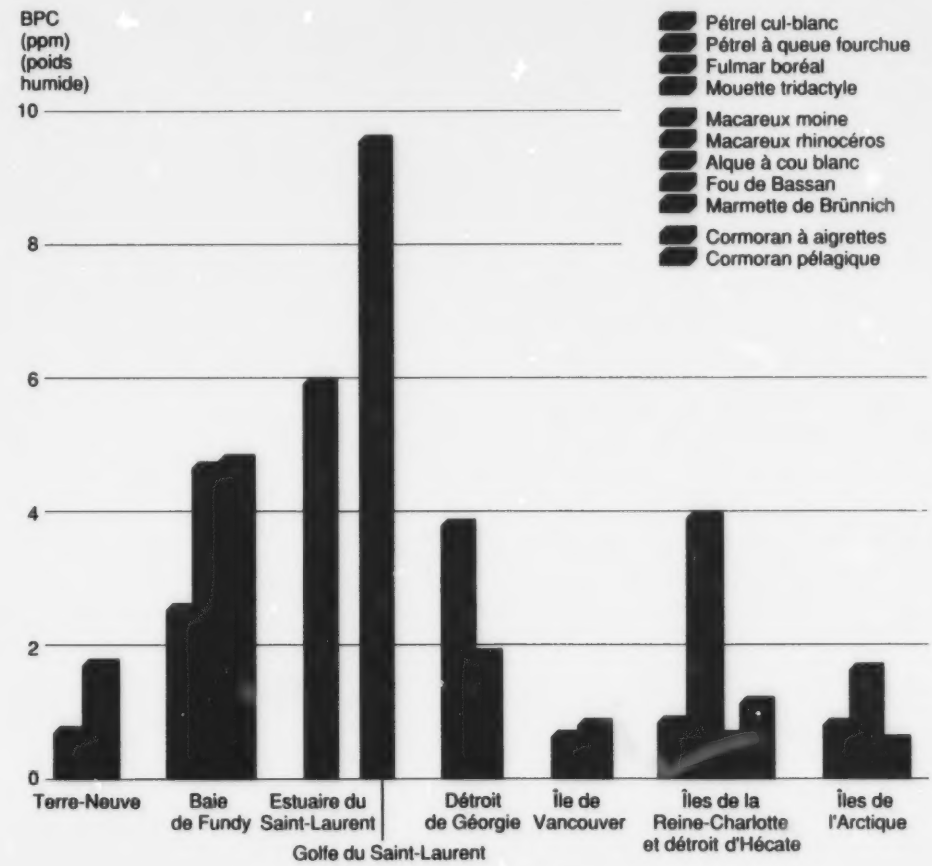


REMARQUE : Données non publiées de R.J. Norstrom et M. Simon, Service canadien de la faune, Environnement Canada.

les régions, sauf dans l'estuaire du Saint-Laurent. Sur la côte atlantique, les taux de BPC et de dieldrine ont diminué dans les oeufs de la plupart des espèces, mais pas toujours de façon significative. Les taux d'HCB, d'HCH, d'oxychlordane et d'époxyde d'heptachlore ont connu des fluctuations, mais ces contaminants sont aussi abondants aujourd'hui qu'au milieu des années 70.

Sur la côte du Pacifique, les composés de la famille du DDT ont connu un déclin marqué. Par ailleurs, les taux de BPC ont diminué de façon prononcée dans le détroit de Géorgie, mais très peu le long de la côte ouest de l'île de Vancouver. Selon les espèces, les taux d'HCB, d'oxychlordane, de dieldrine et d'époxyde d'heptachlore ont augmenté ou diminué.

Figure 6
Distribution générale de la contamination par les BPC des oeufs d'oiseaux de mer récoltés entre 1983 et 1988



REMARQUE : Les teneurs en contaminants chez le Cormoran pélagique et le Cormoran à aigrettes, espèces qui se nourrissent près du rivage, tendent à refléter les concentrations des polluants présents dans les eaux de ruissellement qui atteignent la côte.
Les teneurs en contaminants chez le Pétrel cul-blanc, le Fulmar boréal, le Pétrel à queue fourchue et la Mouette tridactyle, espèces qui se nourrissent à la surface au large des côtes, tendent à refléter les concentrations des polluants qui atteignent l'océan par voie atmosphérique.
Les teneurs en contaminants chez le Macareux moine, le Macareux rhinocéros, l'Alque à cou blanc, la Marmette de Brünnich et le Fou de Bassan, plongeurs qui se nourrissent au large des côtes, tendent à refléter la pollution marine globale.

La population de Fous de Bassan de l'île Bonaventure a de nouveau atteint 21 100 couples nicheurs en 1984.

La plupart des biologistes pensent que les difficultés de reproduction des Fous de Bassan de l'île Bonaventure étaient attribuables à l'amincissement de la coquille des oeufs dû au DDE, mais ils pensent aussi que la dieldrine aurait pu tuer un certain nombre d'embryons.

Dans l'Arctique, les taux de quatre contaminants organochlorés (DDE, BPC, dieldrine et HCB) ont diminué chez la plus grande partie des espèces entre 1976 et 1987. Cependant, les taux d'oxychlordane et d'époxyde d'heptachlore ont augmenté chez la plupart des espèces étudiées.

De façon générale, l'évolution des taux des pesticides organochlorés dans le milieu marin canadien est fonction de leur utilisation en Amérique du Nord. Dans le cas du DDT, qui a été utilisé en quantités énormes dans la lutte contre les insectes forestiers au Canada, les restrictions imposées au début des années 70 ont eu pour effet de réduire de façon spectaculaire les taux de DDE dans l'environnement. Le fait que les taux des contaminants organochlorés continuent d'être élevés dans l'estuaire du Saint-Laurent est attribuable aux retombées atmosphériques de ces contaminants sur les Grands Lacs, à la libération des polluants contenus dans les sédiments et dans le sol, de même qu'aux déversements d'eaux usées et de déchets agricoles et industriels dans le fleuve Saint-Laurent.

Par ailleurs, les BPC continuent d'être déversés dans l'environnement par diverses voies : déversements industriels, lessivage des lieux d'enfouissement des déchets, fuites dans les installations vétustes, accidents industriels et incinération de certains produits. Cependant, les taux de BPC diminuent dans la plupart des régions. Cela est probablement dû au fait que, globalement, il y aurait une lente diminution des quantités de BPC à l'échelle planétaire de même qu'aux mesures de contrôle prises dans certaines régions du globe.

Conteneurs de BPC

Le rétablissement de la colonie de Fous de Bassan de l'île Bonaventure

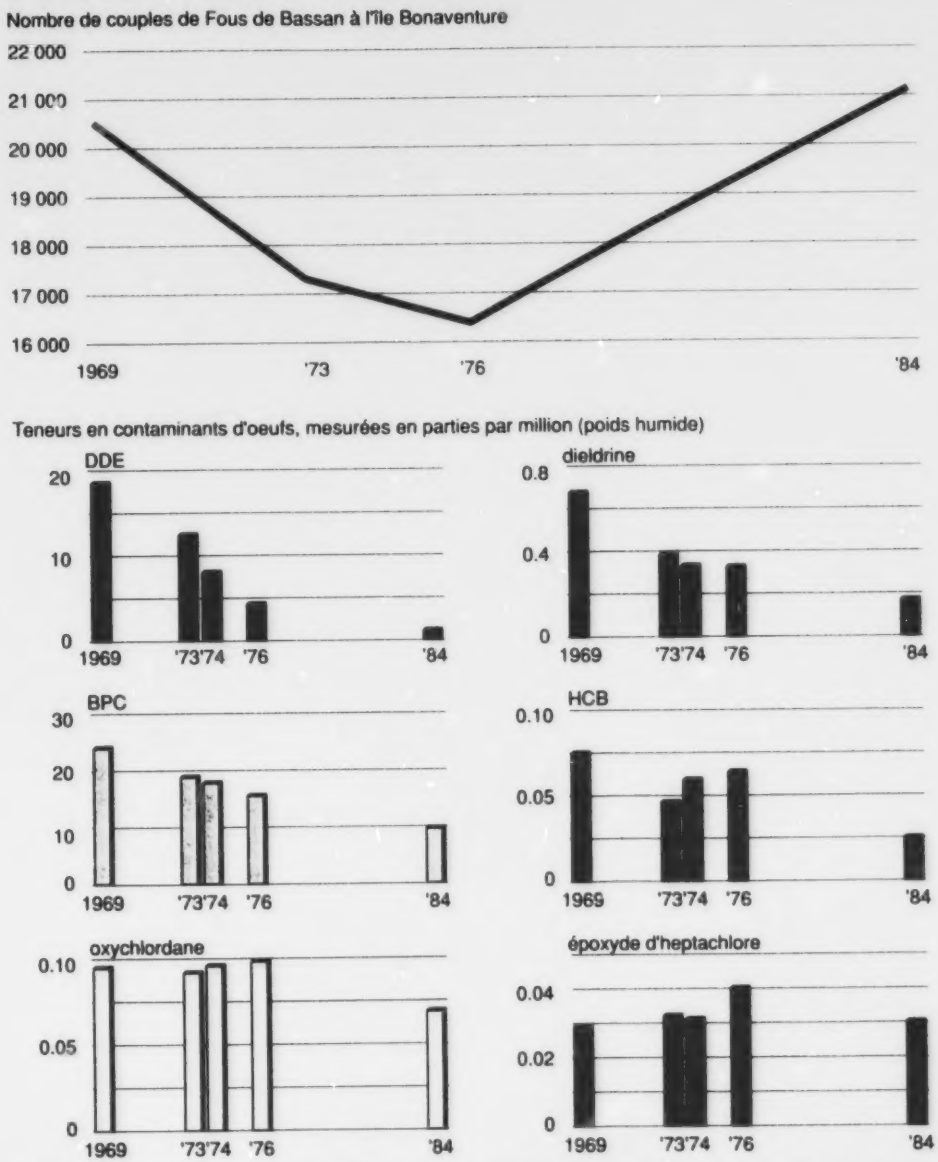
Au cours des années 80, la colonie de l'île Bonaventure a connu une nouvelle période de croissance. En 1984, 75 % des couples nicheurs ont eu des oisillons qui se sont développés jusqu'à l'âge de l'envol. En 1966, cette proportion n'était que de 30 %. Selon un dénombrement effectué en 1984, le nombre de couples nicheurs avait de nouveau atteint 21 100. On a pu établir une corrélation entre le rétablissement de la population de Fous de Bassan et la réduction de la teneur des oeufs en contaminants. En effet, les scientifiques ont pu démontrer que la réduction des taux de DDE, de dieldrine et de BPC depuis 1968 allait de pair avec une amélioration du succès de la reproduction, une augmentation de l'épaisseur des coquilles des oeufs et l'accroissement du nombre d'oiseaux dans la colonie. La Figure 7 illustre la relation (ou l'absence de relation) entre les taux de six contaminants organochlorés et l'une de ces variables. À partir de ces données, et aussi d'autres résultats, la plupart des biologistes pensent que les difficultés de reproduction des Fous de Bassan de l'île Bonaventure étaient attribuables à l'amincissement de la coquille des oeufs dû au DDE. Ils pensent aussi que la dieldrine aurait pu tuer un certain nombre d'embryons.

Perspective

Le rétablissement de la population de Fous de Bassan de l'île Bonaventure suite à l'interdiction du DDT montre que les règlements relatifs à l'utilisation des substances chimiques peuvent être efficaces. Cet exemple est encourageant, mais il ne faudrait pas nous endormir sur nos lauriers, car l'état des populations d'oiseaux de mer et la salubrité du milieu marin restent, dans l'ensemble, préoccupants. En effet, à cause de certaines activités humaines, de grandes quantités de contaminants rémanents sont encore présentes dans le milieu marin, de nouvelles substances chimiques continuent d'être libérées dans l'environnement et des quantités plus élevées que la normale de métaux d'origine naturelle continuent de contaminer les chaînes alimentaires marines.

Les programmes de contrôle continu des contaminants rémanents fournissent des informations de choix sur l'état du milieu marin canadien. La vigilance des organismes responsables de ces programmes, soutenue par une réglementation stricte sur les produits chimiques dont l'innocuité est douteuse, permet au Canada de contribuer, sur son propre territoire et par sa participation à certains organismes internationaux, à sauvegarder la qualité des aliments marins et la santé de l'écosystème marin.

Figure 7
Nombre de couples de Fous de Bassan à l'île Bonaventure, au Québec, 1969-1984, et teneurs en contaminants d'oeufs frais de Fous de Bassan à la colonie, 1969-1984



REMARQUE : Les concentrations de presque tous les contaminants ont diminué après 1976. Les concentrations de DDE, de dieldrine et de BPC ont diminué de façon importante de 1969 à 1984. Le DDE, principal dérivé du DDT, a connu le déclin le plus spectaculaire, probablement suite à l'interdiction soudaine imposée en 1969 d'utiliser le DDT dans les programmes d'épandage des forêts au Québec et dans les provinces Maritimes. L'HCB et les BPC, dont les procédés industriels sont les principales sources, ont été supprimés progressivement et ont donc connu un déclin moins rapide.
Les concentrations d'oxychlordane et d'heptachlore étaient à peu près les mêmes durant la période d'étude considérée.
L'utilisation du chlordane, principale source de ces deux dernières substances, n'a été restreinte qu'en 1978 au Canada, ce qui pourrait expliquer l'augmentation des concentrations d'oxychlordane et d'heptachlore de 1969 à 1976.

De grandes quantités de contaminants rémanents sont encore présentes dans les écosystèmes marins, sans compter les nouvelles substances chimiques qui continuent d'y être libérées.

Ouvrages généraux à consulter

Bird, P.M. et D.J. Rapport. 1986. Rapport sur l'état de l'environnement au Canada. Ottawa: Environnement Canada.

Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. 1986. La question des BPC. Toronto.

Carson, R. 1968. Printemps silencieux. Collection Le livre de poche d'exploration, n° 2378. Paris : Plon.

Goldberg, E.D. 1979. La santé des océans. Paris : Presses de l'Unesco.

Lagueux, L. 1986. Les Fous de Bassan de l'île Bonaventure. Club des ornithologues de la Gaspésie. Percé.

Ramade, F. 1976. La pollution des océans par les composés organohalogénés. Pages 51–66 *in* Pérès, J.-M. La pollution des eaux marines. Gauthier-Villars. Collection Géobiologie Écologie Aménagement.

Sources scientifiques

Chapdelaine, G., P. Laporte, et D.N. Nettleship. 1987. Population, Productivity, and DDT Contamination Trends of Northern Gannets (*Sula bassanus*) at Bonaventure Island, Québec, 1967–1984. Journal canadien de zoologie 65:2922–2926.

Elliott, J.E., R.J. Norstrom et J.A. Keith. 1988. Organochlorines and Eggshell Thinning in Gannets from Eastern Canada, 1968 to 1984. Environmental Pollution 52:81–102.

Elliott, J.E., D.G. Noble, R.J. Norstrom et P.E. Whitehead. 1989. Organochlorine Contaminants in Seabird Eggs from the Pacific Coast of Canada, 1971–1986. Environmental Monitoring and Assessment 12:67–82.

Gilbertson, M., J.E. Elliott et D.B. Peakall. 1986. Seabirds as Indicators of Marine Pollution. Pages 231–248 *in* Diamond, A.W. et F.L. Filion, (réd.). The Value of Birds. Conseil international pour la préservation des oiseaux. Publication technique n° 6.

Noble, D.G. et J.E. Elliott. 1986. Environmental Contaminants in Canadian Seabirds 1968–1985: Trends and Effects. Ottawa: Service canadien de la faune. Rapport technique n° 13.

Ohlendorf, H.M., R.W. Risebrough et K. Vermeer. 1978. Exposure of Marine Birds to Environmental Pollutants. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service. Wildlife Research Report No. 9.

Pearce, P.A., J.E. Elliott, D.B. Peakall et R.J. Norstrom. 1989. Organochlorine Contaminants in Eggs of Seabirds in the Northwest Atlantic, 1968–1984. Environmental Pollution 56:217–235.

Pour de plus amples renseignements

Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur les contaminants chez les oiseaux de mer, s'adresser à :

Section de la distribution
Service canadien de la faune
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Pour obtenir des renseignements relatifs aux rapports sur l'état de l'environnement, s'adresser à :

Rapport sur l'état de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Auteurs : D.G. Noble et S.P. Burns

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services du Canada, 1990

N° de catalogue EN1-12/90-1F
ISBN : 0-662-95729-6

Also available in English under the title *Contaminants in Canadian Seabirds*

Canada